

新規自励振動高分子の創製とケミカルロボティクスへの 応用ゴシック

(産総研 ナノシステム) ○原 雄介

外部刺激に応答して高分子鎖のコンフォメーションを変化させる刺激応答性高分子や、膨潤収縮率が変化する刺激応答性ゲルは基礎から応用まで幅広く研究が行われてきた。特に温度応答性を有するポリ-N-イソプロピルアクリルアミドゲル(PNIPAAm)は、1次相転移である体積相転移現象が田中らによって見出されて以来、様々な応用展開がなされてきた。刺激応答性材料からなるアクチュエータを駆動させるためには、温度や電場等をコントロールする外部制御装置やバッテリー等の外部電源が必要不可欠となる。一方、生命体は生体内部で起こる多段かつ並行的な多数の生化学反応を巧みに利用することで、何ら外部の刺激に頼ることなく、自律的な情報処理やアクチュエーションを行う非平衡開放系のシステムである。もし、生命体のように動的で周期秩序を有する高分子システムをテイラーメイドで構築することができれば、外部の環境を認識しながらも自励的に駆動する物質輸送システム、自励振動ポンプ、ケミカルロボットなど、高分子材料が持つ「しなやかさ」を特徴とするこれまでにない応用を期待することができる。このような高分子システムは、これまでの刺激応答性材料と異なり、その形態変化(出力)を起こすために、スイッチとして常に温度や電場などの外部刺激(入力)を必要としない。本研究では自励的な高分子システムの構築に向けて、自らリズムを発し周期的なパルスや空間パターンを生み出す非線形反応として知られている Belousov-Zhabotinsky (BZ) 反応に注目した。これまでの主な自励振動高分子は、BZ 反応の触媒である $\text{Ru}(\text{bpy})_3$ を高分子鎖に内包することで実現されてきた。自励振動高分子は、架橋構造を内包させれば化学反応を直接的に力学的なエネルギーに変換可能である。近年、外部電源・外部制御装置が不要な利点を活かして、あたかも生物のように振る舞うゲルロボットや、ラボオンチップの微細空間でポンプとして活躍するマテリアルとして応用を行っている。講演では、近年の成果とともにケミカルロボットといった新しい分野開拓への進展状況を報告する。

Y.Hara et al. “Novel Self-Oscillating Polymer Actuators for Soft Robot” *Smart Actuation and Sensing Systems - Recent Advances and Future Challenges, Intec*, pp. 311~343 (2012). [Book]

Development of a novel self-oscillating polymer system and application to chemical robotics

Y. HARA (AIST, NRI yhara@aist.go.jp)

Many kinds of stimuli-responsive polymers and gels have been developed and applied to actuators and robots. In cases, the mechanical motion was driven by external stimuli. In contrary, living organisms can generate an autonomous motion without external driving stimuli. In this presentation, I will show motion of novel autonomous gel actuator like a living organism. The self-oscillating motion is produced by dissipating chemical energy of oscillating reaction, i.e., the Belousov-Zhabotinsky (BZ) reaction occurring inside the gel. In addition, I will talk about autonomous robots by utilizing the novel self-oscillating polymer system. This work has been partly carried out under the auspices of the New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) of Japan under the Innovative Technology Research Grant Program in 2011.
